O PROCESSO DE TRATAMENTO DE IMAGENS DE SATÉLITE PARA SUBSÍDIO À PESQUISA AMBIENTAL

Rosangela do AMARAL[1]
Jurandyr L. S. ROSS[2]
Aílton LUCHIARI[3]

RESUMO

O tratamento de imagens de satélite permite que sejam extraídos diversos dados importantes à pesquisa ambiental. Normalmente as imagens são utilizadas apenas para se obter informações sobre o uso da terra, mas, quando utilizadas as técnicas adequadas, pode-se fazer a restituição de rede de drenagem, identificação de feições morfológicas, caracterização de índices de vegetação, entre outros.

Para alcançar os resultados desejados é fundamental que a imagem seja desmembrada em bandas (R,G e B) e então efetuados o ajuste do contraste, a equalização, consulta aos histogramas e operações aritméticas que dêem destaque às variáveis de interesse.

Utilizando-se uma imagem LANDSAT TM5, efetuou-se um estudo na área do Parque Estadual do Morro do Diabo e entorno, em Teodoro Sampaio/SP, com o SIG SPRING 3.6 do INPE[4].

INTRODUÇÃO

Em pesquisas ambientais regionais é comum a utilização de imagens de satélite. Um dos usos mais triviais é a extração de informações sobre o uso atual da terra.

Com o uso dos SIGs – Sistemas de Informações Geográficas – é possível obter-se outras informações dessas imagens por meio de técnicas adequadas, que permitem fazer a restituição de rede de drenagem, identificação de feições morfológicas, caracterização de índices de vegetação, entre outros.

Realizou-se um estudo ambiental na área do Parque Estadual do Morro do Diabo e entorno, em Teodoro Sampaio/SP, utilizando-se o SIG SPRING 3.6 do INPE. Para alcançar os resultados desejados, a imagem foi desmembrada em bandas (R,G e B) e então efetuados o ajuste do contraste, a equalização, consulta aos histogramas e operações aritméticas que deram destaque às variáveis de interesse. Esses dados auxiliaram na caracterização morfológica e ambiental da área.

MÉTODOS e TÉCNICAS

[1] Pesquisadora do Instituto Geológico/SMA e aluna de pós-graduação do programa de Geografia Física do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo. Contato: roseamar@usp.br ; rosangela.amaral@igeologico.sp.gov.br
[2] Prof. Dr. Do Departamento de Geografia – Universidade de São Paulo – Orientador.
[3] Prof. Dr. Do Departamento de Geografia – Universidade de São Paulo.
4 INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. O SPRING é disponibilizado na internet gratuitamente. www.inpe.br

Para proceder ao estudo foi utilizada uma Imagem de Satélite LANDSAT TM5, composição colorida 5R, 4G e 3B, gerada pelo INPE e pertencente à Secretaria de Estado do Meio Ambiente, de 1997.

Uma imagem digital pode ser definida por uma função bidimensional, da intensidade de luz refletida ou emitida por uma cena, na forma I(x,y); onde os valores de "I" representam a cada coordenada espacial (x,y) a intensidade da imagem nesse ponto. Essa intensidade é representada por um valor inteiro, não-negativo e finito, chamado nível de cinza. A cada ponto imageado pelos sensores, corresponde a uma área mínima denominada *pixel* (*picture cell*), que deve estar geograficamente identificado, e para o qual são registrados valores digitais relacionados à intensidade de energia refletida em faixas (bandas) bem definidas pelo espectro eletromagnético. (INPE, 2000)

Para ler e converter a imagem de satélite no SPRING, a imagem foi cortada e dividida em três bandas no módulo IMPIMA, na resolução de 20m.

No SPRING, a imagem é 'importada' ou transferida e registrada. O registro é uma transformação geométrica que relaciona coordenadas da imagem (linha e coluna) com coordenadas geográficas (latitude e longitude) de um mapa. Essa transformação elimina distorções existentes na imagem, causadas no processo de formação da imagem, pelo sistema sensor e por imprecisão dos dados de posicionamento da plataforma (satélite).

Para fazer o registro é necessário escolher os pontos de controle, que são os pontos em comum entre a base e a imagem, como por exemplo, o cruzamento de estradas ou uma confluência na rede de drenagem.

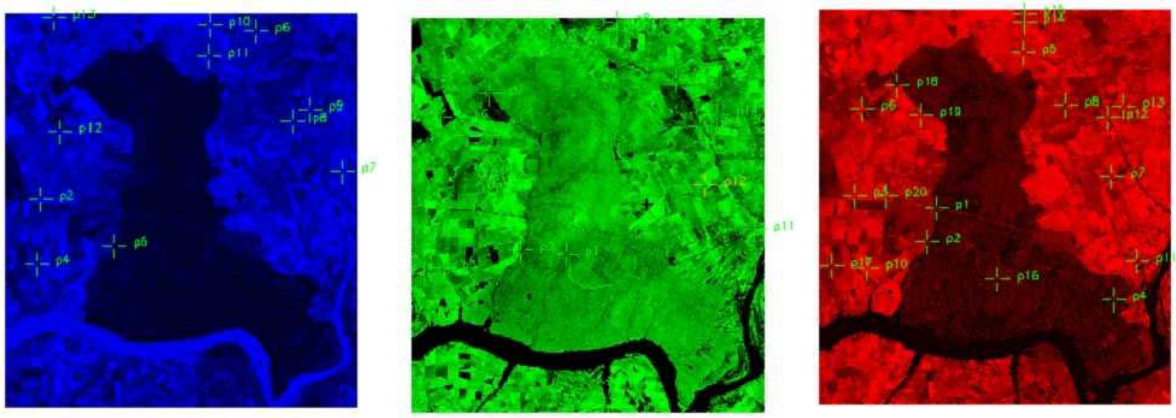
O aumento de contraste e a equalização da imagem fizeram destacar as variáveis importantes em cada banda, como por exemplo, a vegetação, a área urbana e corpos d'água.

A técnica de realce de contraste tem por objetivo melhorar a qualidade das imagens sob os critérios subjetivos ao olho humano. O contraste entre dois objetos pode ser definido como a razão entre os seus níveis de cinza médios. A manipulação do contraste consiste em uma transferência radiométrica em cada *pixel*, com o objetivo de aumentar a discriminação visual entre os objetos presentes na imagem. (INPE, 2000).

A equalização é uma técnica aplicada aos histogramas[5] da imagem que reduz automaticamente o contraste em áreas muito claras ou muito escuras.

O histograma de uma imagem descreve a distribuição estatística dos níveis de cinza em termos do número de amostras (*pixels*) com cada nível.

[5] Histograma – gráfico que representa o número de ocorrências de um determinado fenômeno dentro do intervalo possível. (TEIXEIRA & CHRISTOFOLETTI, 1997)



Banda B Banda G Banda R

Figura 1: As bandas RGB equalizadas em processo de registro.

Os pontos de controle foram distribuídos em cada banda e identificados na base cartográfica. O erro dos pontos de controle foi aceitável, cerca de 2 m. A correção geométrica utilizada foi a interpolação bilinear. Na precisão do mapeamento é importante verificar os erros dos pontos de controle. Para um mapeamento como este na escala 1:50.000, o maior erro aceitável no registro é metade do valor da escala, ou seja, 25 metros.

Em seguida, aplica-se o georreferenciamento para as demais bandas, 'importando-as' ou transferindo-as para o projeto.

Em seguida, para viabilizar a posterior classificação do Uso da Terra, foi efetuada uma nova composição colorida RGB (Imagem sintética).

Figura 2: Composição RGB / Imagem sintética.

O procedimento para classificar a imagem é selecionar amostras de cor e fazer um treinamento, que é equivalente a um teste do resultado que será gerado. Quando o resultado estiver aceitável, efetua-se a classificação da imagem.

Para este caso, a classificação foi feita pelo método MAXVER (máxima verossimilhança), e como o uso da terra na área de estudo é bastante diversificado devido aos assentamentos ali instalados foi necessário 'generalizar' pequenas manchas.

As classes identificadas foram floresta, capoeira, solo exposto, pastagem e agriculturas diversas, conforme poderá ser verificada pela Figura 3.

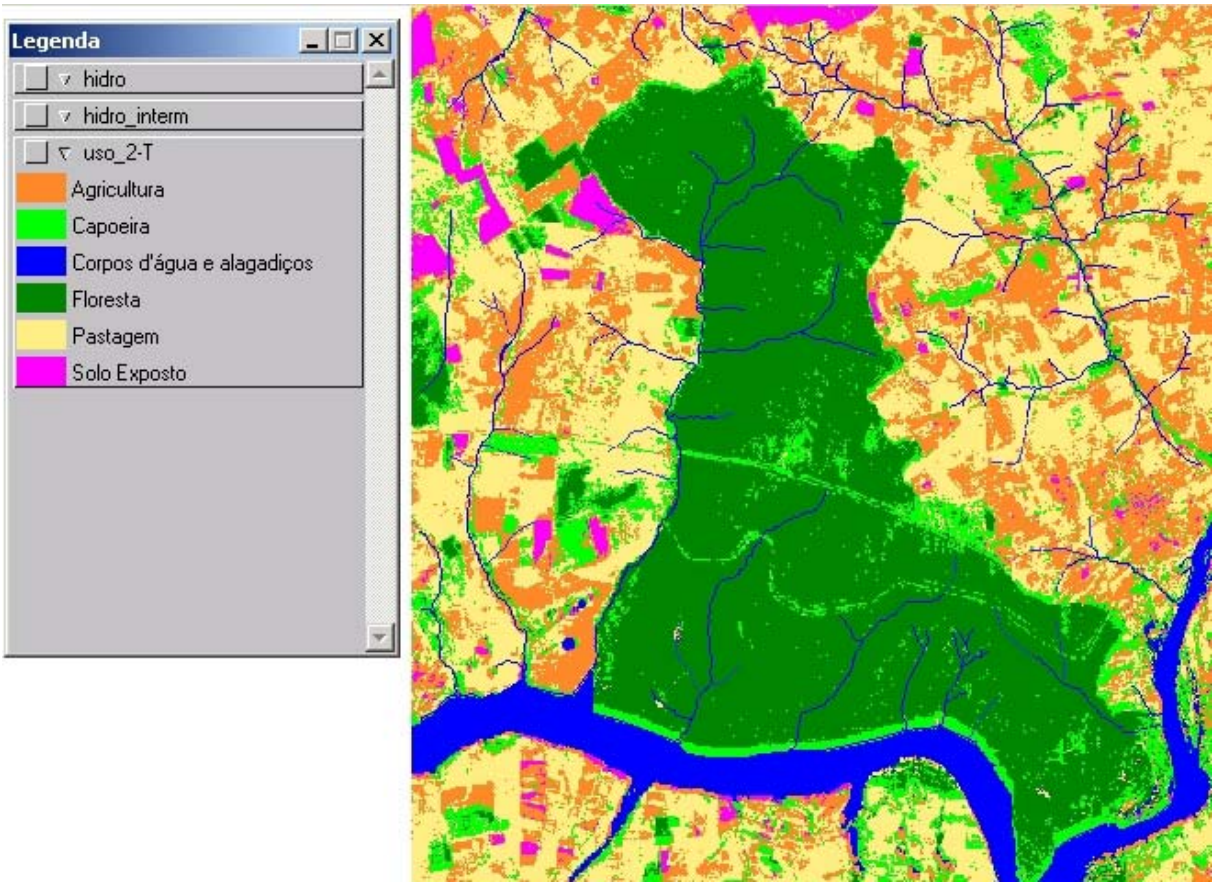


Figura 3: Classificação do uso da terra

No entanto, desejou-se obter mais dados dessa mesma imagem, como a compartimentação e feições geomorfológicas e o índice de vegetação da área.

Para eliminar o ruído[6] presente em cada banda foi feita consulta aos seus respectivos histogramas. A partir disso foi efetuada a operação aritmética de subtração para eliminar o ruído presente em cada uma das imagens e a equalização para destacar as variáveis de interesse. Apenas a banda R não apresentava ruído significativo.

Com o objetivo de destacar as feições morfológicas e a rede de drenagem da área, foram feitos diversos testes com vários filtros disponíveis no SPRING, para verificar qual deles responderia melhor ao relevo da região, que é predominantemente de colinas amplas. A melhor resposta de resolução obtida foi com o filtro Passa-baixa de matriz 3x3, que é útil para remoção de ruído não-sistemático. Um destaque importante a ser dado à imagem

[6] Ruído – variação irregular, que não pode ser facilmente explicada ou associada a elementos do mapa.(TEIXEIRA & CHRISTOFOLETTI, 1997)

filtrada é que a análise pode ser feita de maneira bem mais precisa do que na imagem sintética. A apresentação em monocromático e a filtragem dos ruídos fazem com que se possa ver com maior detalhe, por exemplo, o entalhamento dos vales, a diferenciação entre as colinas amplas e o morro residual denominado Morro do Diabo.

Figura 4: Imagem monocromática. Destaque para as feições de relevo e rede de drenagem.

Para obter o índice de vegetação da área, foi aplicada a operação aritmética resultante de divisão entre bandas, que é importante para aumentar a diferença de radiância entre solo e vegetação e diminuir o efeito de sombreamento topográfico, que pode causar erros de interpretação.

Quando a variável a ser destacada é a vegetação, a clorofila presente nas folhas verdes é responsável por uma forte radiação incidente na faixa do vermelho (FORESTI & PEREIRA, 1987).

Neste caso, a interpretação do comportamento espectral dos alvos a ser feita da imagem é que os locais de vegetação densa são representados por níveis de cinza altos (coloração mais clara) e as áreas desprovidas de vegetação são representadas por níveis de cinza baixos (coloração mais escura). Nota-se que os corpos d'água e as áreas densamente ocupadas são representados por nível de cinza zero, representando a ausência total de reflectância de vegetação.

Para a definição do valor de ganho, foi utilizado o proposto no trabalho de FORESTI & PEREIRA (1987).

Figura 5: Imagem resultante da operação aritmética que destaca a vegetação.

Pôde-se destacar a presença da vegetação densa do Parque Estadual do Morro do Diabo, em alguns fragmentos pequenos que ainda restaram na região, as matas ciliares, e outros fragmentos, cuja vegetação não é tão densa, mas ainda existente, como as capoeiras, por exemplo.

A partir da imagem gerada é possível, posteriormente, ser efetuada uma classificação das densidades de vegetação presentes na área de estudo.

Em uma classificação preliminar, foram distinguidas apenas 3 classes, para verificar a idoneidade dos dados. As classes utilizadas foram:

Ausência de Vegetação: engloba as áreas urbanas, solo exposto e corpos d'água.

Vegetação densa: compreende a área do Parque Estadual do Morro do Diabo e alguns fragmentos de mata ainda existentes na região.

Vegetação esparsa: considerou-se nessa classe intermediária as áreas de agricultura, que são bastante diversificadas no local pela existência de pequenas culturas distribuídas na área de assentamentos (à esquerda do Parque), as pastagens extensivas, que são predominantes nessa porção e alguns fragmentos de capoeira (estágio inicial de regeneração).

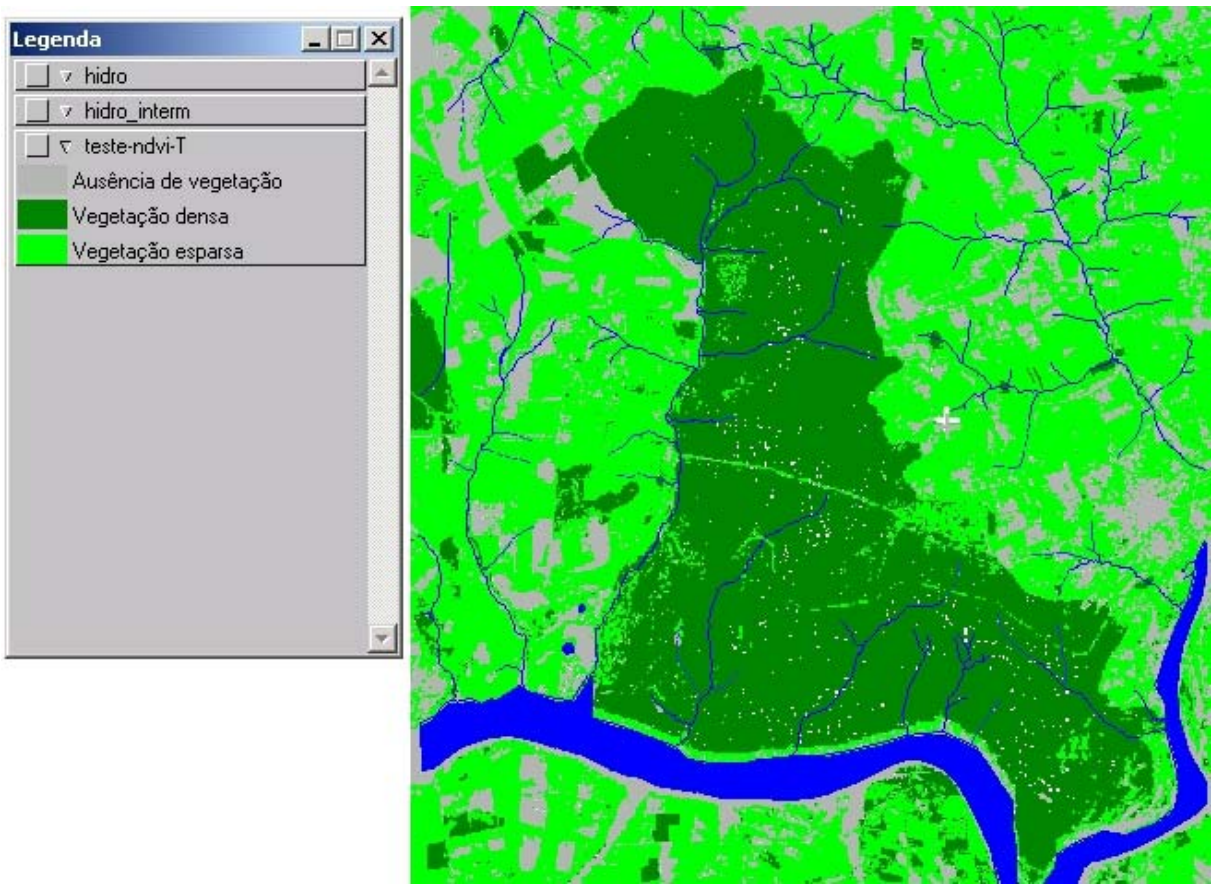


Figura 6: Classificação da imagem em Índices de Vegetação.

RESULTADOS

Conforme apresentado, a análise de imagens orbitais é muito mais ampla do que se costuma utilizar. Normalmente o uso dado às imagens de satélite é exclusivamente para a interpretação do uso da terra.

Verificou-se que é possível o seu desdobramento em bandas, e que cada banda tem uma radiância específica para ressaltar variáveis distintas. O tratamento com contraste e equalização das bandas é importante recurso para melhorar a visualização em cada banda, principalmente na etapa de registro, em que é necessário procurar pontos em comum entre a imagem e a base cartográfica.

Foram utilizadas técnicas de operações aritméticas para identificar a morfologia do terreno (banda 4), os índices de vegetação (bandas 3 e 4) e para diminuir o ruído da imagem. Além dessas etapas feitas nesse trabalho, há uma série de outros fatores que poderiam merecer destaque, como a identificação da mudança de padrão de uso da terra, desmatamento, expansão urbana, que para ser feito havia necessidade de imagens com datas diferentes.

Além da diminuição do ruído da imagem através das operações aritméticas existem também os filtros, que são específicos para homogeneizar ou destacar informações, como por exemplo, o realce de borda. Existe ainda o recurso que o usuário determina a máscara a ser utilizada para destacar o fator de interesse.

Utilizando as técnicas de tratamento de imagens, efetuou-se o contraste e a equalização das bandas. Em alguns casos, apenas o contraste é suficiente para obter-se melhor resolução de cada banda. Em outros casos, a equalização melhora consideravelmente a

visualização para o olho humano na tela do computador. No caso dessa imagem foi feito o contraste da banda 4 e a equalização das bandas 3 e 5.

Esses passos facilitaram o registro da imagem, que no caso do software SPRING é feito banda por banda, onde é necessário correlacionar a imagem com a base cartográfica.

Após esses passos, foi feita a composição colorida (imagem sintética), que foi utilizada para a confecção da Carta de Uso da Terra.

Para fazer alterações nas imagens para eliminar o ruído (em especial na banda 4, que seria utilizada para interpretação dos compartimentos geomorfológicos e rede de drenagem da região) foram utilizadas a operação aritmética de subtração, a partir do valor do mínimo nível de cinza adquirido no histograma e filtragem passa-baixa com matriz 3x3. A imagem gerada faciltou a identificação dos vales e a diferenciação do morro testemunho.

Outra imagem gerada a partir de operações aritméticas foi a Carta de Índices de Vegetação. A partir dessa imagem, identificou-se as densidades de vegetação, de forma simplificada, diferenciando-se apenas vegetação densa, vegetação esparsa e ausência de vegetação. Esse procedimento foi adotado pela complexidade da área.

Esses dados obtidos com o tratamento da imagem de satélite foram fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa, pois os dados obtidos com a imagem monocromática permitiram melhor caracterização geomorfológica da área e da rede de drenagem. Tratando-se de uma área extensa, o trabalho de restituição a partir de aerofotos tornou-se impossível e sem as técnicas adequadas também não seriam obtidos com a imagem de satélite.

Os dados adquiridos com o índice de vegetação permitiu a identificação de fragmentos floretais no entorno do Parque Estadual do Morro do Diabo e a caracterização das matas ciliares.

A partir dessas informações pôde ser feita a análise ambiental da área e propostas medidas para colaborar com a preservação do Parque e melhorar a qualidade de vida dos moradores do entorno.

REFERÊNCIAS

FORESTI, C.; PEREIRA, M.D.B. – **Utilização de Índices Vegetativos obtidos com dados do Sistema TM-LANDSAT no estudo da qualidade ambiental urbana**: cidade de São Paulo. São José dos Campos, 1987, 24 p.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - **SPRING 3.6 (Software)**. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/>, Acesso em: 06.2000.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - **Spring Tutorial**. Aulas de 1 a 10. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/spring/usuario/>, Acesso em: 23.08.2000.

TEIXEIRA, A.L.A.; CHRISTOFOLETTI, A. – **Sistemas de Informação Geográfica** – Dicionário Ilustrado. São Paulo: Hucitec, 244p., 1997.